

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-82625

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 8
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
			H 0 1 L 21/30	6 0 2 H
				5 1 6 E

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-259385

(22) 出願日 平成7年(1995)9月12日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 高木 伸一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

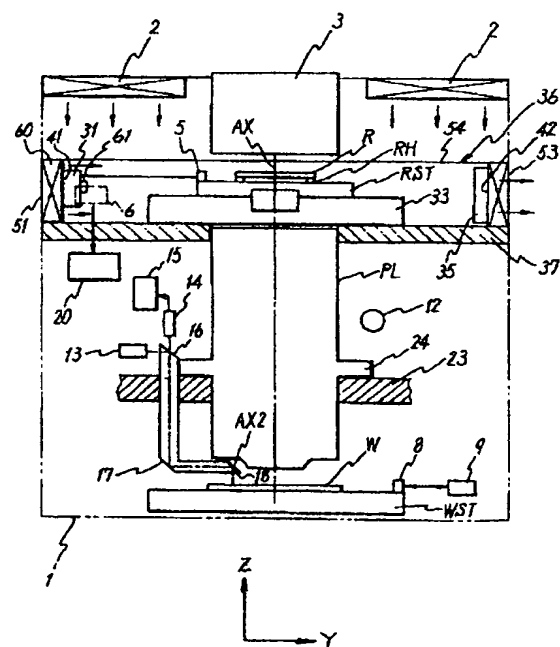
(74) 代理人 弁理士 川北 喜十郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 走査型露光装置

(57) 【要約】

【課題】 レチクルステージが移動することにより発生するチャンバ内の気流の変動を防止することができる走査型露光装置を提供する。

【解決手段】 チャンバ1内の温度をほぼ一定に維持するために、チャンバ1内で温度制御された気体を流動させる空調手段2と、レチクルRを照明光で照射する照明光学系と、前記照明光に対してレチクルRを相対移動するレチクルステージRSTと、レチクルマスクステージRSTの位置を測定するための干渉計6とを備え、レチクルRとウエハWとを同期移動してレチクルRのパターンの像でウエハWを露光する走査型露光装置である。レチクルステージRST及び干渉計6の光束光路に向かう前記気体を遮るための隔壁50、51、52、53と、隔壁で仕切られたレチクルステージRST及び前記干渉計の光束光路を含む隔壁36内に温度制御された気体を供給する気体供給手段60とを備える。干渉計6の光路上の気体の温度ゆらぎによるレチクルステージ誤差が低減される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 チャンバ内の温度をほぼ一定に維持するために、該チャンバ内で温度制御された気体を流動させる空調手段と、マスクを照明光で照射する照明光学系と、前記照明光に対して前記マスクを相対移動するマスクステージと、該マスクステージの位置を測定するための干渉計とを備え、前記マスクと感光基板とを同期移動して前記マスク上のパターンの像で前記感光基板を露光する走査型露光装置において、

前記マスクステージ及び前記干渉計のビーム光路に向かう前記気体を運るための隔壁と、

前記隔壁で仕切られた前記マスクステージ及び前記干渉計のビーム光路を含む空間内に温度制御された気体を供給する気体供給手段とを備えたことを特徴とする走査型露光装置。

【請求項2】 前記マスク上のパターン像を前記感光基板上に投影する投影光学系を有し、該投影光学系と前記マスクとの間の光路が前記隔壁で覆われていることを特徴とする請求項1に記載の走査型露光装置。

【請求項3】 前記マスクステージ及び前記干渉計のビーム光路は前記隔壁でほぼ覆われ、前記マスクが前記照明光で照射されるように前記隔壁の一部が前記照明光に対してほぼ透明な部材で構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の走査型露光装置。

【請求項4】 前記マスク上のパターン像を前記感光基板上に投影する投影光学系を有し、前記空調手段は、前記マスクの上方から前記投影光学系の光軸とほぼ平行に前記気体を流すことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の走査型露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路や液晶デバイス製造用の投影露光装置に関し、さらに詳細には、マスクステージ及び干渉計光路を含む空間を隔壁で覆い且つ該空間を独自に空調する空調系を有する走査型投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路や液晶基板の回路パターンをフォトリソグラフィ技術により半導体ウエハ上に形成するための装置として投影露光装置が使用されている。かかる投影露光装置は、照明系から射出された照明光をレチクル（マスク）に照射してレチクルパターン像を投影光学系を介して感光性基板上に結像する。この種の装置は、微細な回路パターンを形成するために、高精度な結像特性が要求され、さらに、基板上の同一領域に複数のパターンを重ね合わせて露光するために、露光処理する層と前回露光処理された層との間で高い重ね合わせ精度が要求される。一方、複数のレンズエレメント群から構成された投影光学系は、周囲温度により倍率等の結像特性が変化するために、上記のような高精度な結像

特性及び重ね合わせ特性を維持するには、周囲温度に対して装置の安定性が必要となる。このため、従来より投影露光装置は、温度コントロールされた恒温チャンバの中に設置されている。例えば、チャンバ内の塵等が投影露光装置に付着するのを防止するためにチャンバの天井から投影光学系の光軸に平行に温度調節された空気を流す所謂ダウンプロー型のチャンバが採用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、投影光学系のスリット状の長方形エリアを照明し、レチクルと感光基板を相対的に走査しながら露光するステップアンドスキャン露光方法が考案されている。この露光方式を用いた走査型露光装置の概略を図4に示す。この装置は、レチクルRに均一な照明光を照射するための光源を含む照明光学系（図示しない）、レチクルRを走査方向（X方向）に移動するためのレチクルステージRST、レチクルRのパターン像を所定の縮小倍率でウエハW上に投影するための投影光学系PL及びウエハWをレチクルRと走査と同期して移動するためのウエハステージWSTから主に構成されている。かかる構成において、コンデンサレンズ3を通して集光された均一な照明光でレチクルRが照明され、レチクルR上の照明領域に対してレチクルRを載置したレチクルステージRSTが走査方向に移動するのと同期してウエハを載置したウエハステージWSTがレチクルステージRSTの移動方向と逆方向に移動する。レチクルRがスリット状の照明領域で走査されるに従って、投影光学系PLを介して形成されたレチクルRの縮小パターン像でウエハの露光領域が逐次露光されてゆく。本方式によれば、投影光学系のフィールドサイズを拡大することなく広い面積が露光可能であり、且つ、投影光学系の一部しか露光に使用しないためディストーション、照度均一性等の調整が容易であるという点で他の露光方式より優れている。

【0004】この装置のチャンバ1は、前述のダウンプロー型のチャンバであり、チャンバ1の天井の空気吹き出し口2から、図中矢印で示した方向に温度調節された空気が流れる。しかしながら、この装置では投影光学系PL上をレチクルステージRSTが水平方向（X方向）に往復移動するため、レチクルステージRSTの位置により投影光学系PLに向かう空気の流れ方が大きく変化する。一方、通常、投影光学系PLの近傍には発熱源となる干渉計用のレーザ光源等が配置されている。このため、投影光学系PL自体の温度やレチクルRと投影光学系PLとの間の光路上の空気温度が変動を受け、その結果、投影光学系PLの結像特性が変化するという問題がある。また、このタイプの露光装置では、移動するレチクルステージRSTの位置を測定するためにレチクルステージRSTに固定された移動鏡5からの反射光を観測する干渉計6を備えているが、レチクルステージRST近傍の空気流が変動すると干渉計6の光ビームの光路上

の空気に温度ゆらぎが生じるため、ステージ位置の測定誤差が生じ、その結果、レチクルステージRSTとウエハステージWSTとの移動の同期ずれを起こすことになる。さらに、レチクルステージRSTが移動することは、レチクル温度の変動やレチクルRへの塵等の付着の原因にもなる。これらの問題は、移動するレチクルステージを有する走査型露光装置に独自の問題である。

【0005】そこで、本発明の目的は、走査型露光装置における上記問題点を解決し、レチクルステージが移動することにより発生するチャンバ内の気流の変動を防止することができる走査型露光装置を提供することにある。

【0006】また、本発明の目的は、レチクルステージの位置測定用の干渉計の光路及びマスクと投影光学系との間の光路を含むレチクルステージ周辺の気体温度の変動を低減し、干渉計の測定誤差を低減するとともに安定した投影光学系の結像特性を与えることができる走査型露光装置を提供することにある。

【0007】さらに、本発明の目的は、塵等によるレチクルステージ及びレチクルの汚染を防止することができる走査型露光装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に従えば、チャンバ内の温度をほぼ一定に維持するために、該チャンバ内で温度制御された気体を流動させる空調手段と、マスクを照明光で照射する照明光学系と、前記照明光に対して前記マスクを相対移動するマスクステージと、該マスクステージの位置を測定するための干渉計とを備え、前記マスクと感光基板とを同期移動して前記マスク上のパターンの像で前記感光基板を露光する走査型露光装置において、前記マスクステージ及び前記干渉計のビーム光路に向かう前記気体を遮るための隔壁と、前記隔壁で仕切られた前記マスクステージ及び前記干渉計のビーム光路を含む空間内に温度制御された気体を供給する気体供給手段とを備えたことを特徴とする走査型露光装置が提供される。上記隔壁によりマスクステージ及び干渉計のビーム光路をチャンバの空調用の気体流から隔離したために、マスクステージ等への塵等の付着を防止し、レチクルステージの移動によるチャンバ内の気流が変化することを防止できる。また、隔壁で仕切られた前記マスクステージ及び前記干渉計のビーム光路を含む空間内に温度制御された気体を供給することにより、干渉計のビーム光路上の気体の温度ゆらぎが低減され、レチクルステージの正確な位置測定が可能となる。

【0009】本発明の走査型露光装置において、前記マスク上のパターン像を前記感光基板上に投影する投影光学系を有し、該投影光学系と前記マスクとの間の光路が前記隔壁で覆われていることが好ましい。これにより投影光学系とマスクとの間の光路上の気体の屈折率の変動が低減され、投影光学系の結像特性が安定化する。

【0010】前記マスクステージ及び前記干渉計のビーム光路を、前記隔壁でほぼ覆い、前記マスクが前記照明光で照射されるように前記隔壁の一部を前記照明光に対してほぼ透明な部材で構成することができる。

【0011】本発明の走査型露光装置において、前記空調手段は、前記マスクの上方から前記投影光学系の光軸とほぼ平行に気体を流す、所謂ダウフロー型の空調系にし得る。ダウフロー型の空調系を採用している走査型投影露光装置では、レチクルステージの移動による投影光学系等に向かう気流の変化が大きく、上記隔壁でレチクルステージを覆うことによりかかる気流の変化を防止できる。

【0012】

【実施例】以下、本発明による走査型露光装置の一実施例を添付図面を参照して説明する。図1に、レチクルRとウエハWをレチクルR上の照明領域に対して同期して走査しながら露光する走査型の投影露光装置の一例を示す。図1に示したように、一般に、投影露光装置は恒温チャンバ1の中に設置されている。恒温チャンバ1内では、通常のクリーンルームよりも精度の高い温度制御がなされており、例えば、クリーンルームの温度制御が $\pm 2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ の範囲であるのに対して、恒温チャンバ1内では $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 程度に保たれている。また、図示した投影露光装置は、ダウフロー型の投影露光装置であり、空気中に浮遊する粒子が装置に付着するのを防止するためにチャンバ1の天井に空気流吹き出し口2が設置されており、吹き出し口2から投影光学系PLの光軸に沿ってチャンバ床方向に温度制御された空気流が流動する。チャンバ1内部、特に投影光学系PLを含む露光装置本体部に、クリーンルーム内に浮遊する異物（ゴミ）、硫酸イオンやアンモニウムイオン等が流入するのを防止するため、HEPA（またはULPA）フィルター、及びケミカルフィルターが、チャンバ1の空気取り入れ口または吹き出し口2の近傍に配置されている。

【0013】図1の走査型露光装置本体は、光源及び照明光学系（図示しない）、レチクルRを走査方向に移動するレチクルステージRST、投影光学系PL、ウエハWを移動するウエハステージWST、ウエハの位置合わせ用のアライメント系（13～18）等から主に構成されている。光源は、一般に、水銀ランプの紫外線域の輝線（g線、i線）、KrF、ArF等のエキシマレーザ光等が用いられる。また、照明光学系はフライアイレンズ、コンデンサレンズ等からなり、最終的にコンデンサレンズ3を介してレチクルRを照明している。照明光学系は、光源からの照明光で、回路パターン等が描かれたマスクであるレチクルRをほぼ照度均一且つ所定の立体角で照明する。これらの図示しない光源及び照明光学系は、図中、レチクルステージRSTの上方に配置されており、光源はチャンバ1の外側に配置される。

【0014】レチクルステージRSTは、投影光学系P

Lの光軸AX上であってコンデンサレンズ3と投影光学系PLとの間に設置される。図2及び図3に、レチクルステージRSTの平面図及び図2のAA方向の矢視図をそれぞれ示す。レチクルステージRSTは、定盤37上に固定され且つX方向に延在するガイド34により支持されており、ガイド34と平行に定盤37上に延在するリニアモータ33により所定の速度で走査方向(X方向)に移動することができる。レチクルステージRSTは、ガイド方向にレチクルRのパターンエリア全面が少なくとも投影光学系の光軸AXを横切るだけのストロークで移動する。レチクルステージRSTは、X方向端部に干渉計6から射出されたレーザビームを反射する移動鏡5を固定して備える。干渉計6からのレーザビームは、定盤37上に設置されたビームスプリッタ31によって2つのビームに分離され、それぞれ、移動鏡5とビームスプリッタ31に接するように設置された固定鏡61に向かう。移動鏡5及び固定鏡61からの反射光の位相差を干渉計6で測定することにより、レチクルステージRSTの走査方向の位置が、例えば、 $0.01\mu\text{m}$ 単位で測定される。干渉計6による測定結果は、ステージ制御系20に送られ、常時レチクルステージRSTの高精度な位置決めが行われる。レチクルステージRST上には、レチクルホルダRHが設置され、レチクルホルダRH上にレチクルRが載置される。レチクルRは、図示しない真空チャックによりレチクルホルダRHに吸着保持されている。

【0015】本発明の走査型露光装置では、レチクルステージの定盤37上に、隔壁50～54から構成され且つレチクルステージRSTを収容する隔室36を備え、隔室36内のレチクルステージRSTはチャンバ1内の空調用の空気の流れから遮られる。隔室36はレチクルステージRSTの走査方向(X方向)を長手とする直方体であり、底面はレチクルステージRSTを支持する定盤37よりなる。隔室36の天井(隔壁54)には開口部32が形成されており(図中仮想線で示す)、この開口部32には円形のガラス板40が嵌め込まれている。照明光学系からの照明光がこのガラス板40を通過してレチクルRを照射する。この開口32の大きさが、レチクルRへの照明光を遮らず且つ隔室36内部の気流に影響を与えない程度ならば、ガラス板40を省略することもできる。隔室36の長手方向(X方向)の一方の隔壁(側壁)51に隔室内に温度調節された気体を供給する送風器60及び気体吹き出し口41を備え、送風器60の内部に取り付けられた温度調節機構(図示しない)により隔室36内に供給される気体の温度が調節される。この気体温度はチャンバ1内を空調する空気温度と同一の温度になるように調節される。隔室36内の気圧が隔室外の空気圧よりもわずかに高くなるような流量で送風器60から気体が供給される。気体には空気をを用いることができるが、遠紫外のレーザ光を照明光として用いる

場合には窒素またはヘリウムガスを用いることが好ましい。気体吹き出し口41にはHEPAフィルター及びケミカルフィルターが設置され、隔室36に異物等が流入するのを防止している。隔壁51と対向する隔壁53には気体排出口42を備え、隔室36を通った気体は排出口42から排出された後、チャンバ1の外部を通して送風器60に循環されて温度調節され、再び隔室36内に供給される。隔壁53には開閉窓35が形成されており、レチクルRをレチクルステージRSTに搬入または搬出するときに開放される。

【0016】図2に示したように、ビームスプリッタ31と移動鏡5及び固定鏡61との間の光路は隔室36内に含まれている。これらの光路上の気体に温度ゆらぎがあると干渉計6によるレチクルステージ位置の測定結果に誤差を生ずることになるが、本発明の露光装置では光路を覆う隔室36を設け且つ隔室36内に一定温度の気体を供給しているのでかかる温度ゆらぎが生じない。

【0017】図1において、レチクルRは、レチクルステージRST上で、レチクルRの走査方向(X方向)に対して垂直な方向(Y方向)を長手とする長方形(スリット状)の照明領域で照明される。この照明領域は、レチクルステージの上方であって且つレチクルRと共役な面またはその近傍に配置された視野絞り(図示しない)により画定される。

【0018】レチクルRを通過した照明光は投影光学系PLに入射し、投影光学系PLによるレチクルRの回路パターン像がウエハW上に形成される。投影光学系PLには、複数のレンズエレメントが光軸AXを共通の光軸とするように収容されている。投影光学系PLは、その外周部上であって光軸方向の中央部にフランジ24を備え、フランジ24により露光装置本体の架台23に固定されている。

【0019】ウエハW上に投影されるレチクルRのパターン像の投影倍率はレンズエレメントの倍率及び配置により決定される。レチクルR上のスリット状の照明領域(中心は光軸AXにほぼ一致)内のレチクルパターンは、投影光学系PLを介してウエハW上に投影される。ウエハWは投影光学系PLを介してレチクルRとは倒立像関係にあるため、レチクルRが露光時に-X方向(または+X方向)に速度 V_r で走査されると、ウエハWは速度 V_w の方向とは反対の+X方向(または-X方向)にレチクルRに同期して速度 V_r で走査され、ウエハW上のショット領域の全面にレチクルRのパターンが逐次露光される。走査速度の比(V_r/V_w)は投影光学系PLの縮小倍率で決定される。

【0020】ウエハWは、ウエハステージWST上に保持されたウエハホルダ(図示しない)に真空吸着されている。ウエハステージWSTは前述の走査方向(X方向)の移動のみならず、ウエハW上の複数のショット領域をそれぞれ走査露光できるように、走査方向と垂直な方

向(Y方向)にも移動可能に構成されており、ウエハW上の各ショット領域を走査する動作と、次のショット領域の露光開始位置まで移動する動作を繰り返す。モータ等のウエハステージ駆動部(図示しない)によりウエハステージWSTは駆動される。ウエハステージWSTは、前記比 V_r/V_w に従って移動速度が調節され、レチクルステージRSTと同期されて移動する。ウエハステージWSTの端部には移動鏡8が固定され、干渉計9からのレーザビームを移動鏡8により反射し、反射光を干渉計9によって検出することによってウエハステージWSTのXY平面内での座標位置が常時モニタされる。

【0021】上記投影露光装置には、複数のパターンをウエハW上に高精度に重ね合わせて露光するために、ウエハW上の位置合わせ用のマークの位置を検出して、重ね合わせ露光を行う際のウエハWの位置を決定するウエハアライメント系を備える。このウエハアライメント系として、投影光学系PLとは別に設けられた光学式アライメント系13~18を備え、光源13から射出されたレーザ光を光学系16、17、18を介してウエハWのアライメントマークに照射し、その反射光を受光器14で検出している。

【0022】上記のような走査型露光装置において、実露光時に、レチクルステージRSTが走査方向に移動するが、レチクルステージRSTが隔壁36によって覆われているためにレチクルステージRSTの移動位置に拘らず、チャンバの空気吹き出し口2からの空気流が投影光学系PLに向かって定常的に流れる。

【0023】上記実施例ではレチクルステージRSTを収容する隔壁36は、気体吹き出し口41及び排出口42とを隔壁51及び53に設けることによって隔壁36をチャンバ内部から密閉する構造としたが、隔壁36内の気流がチャンバ1の空調系から実質的に影響を受けないことを条件に、隔壁51及び53を設けないで隔壁50~54で覆われた隔壁36をチャンバ1の内部と連通させてもよい。この場合、隔壁36内に供給する気体とチャンバ1の空調用気体とを同一種にする必要がある。上記実施例では、チャンバ1の空調用の気体として空気をを用いたが、空気以外の気体を用いることができる。特に、光源に紫外域の短波長レーザ光等を用いる場合には、励起状態酸素が発生することを防止するために、窒素またはヘリウムガス等の不活性気体を用いることが望ましい。

【0024】

【発明の効果】本発明の走査型露光装置は、レチクルステージをチャンバ内の空調用空気流から遮るための隔壁を設けたために、レチクルステージが走査方向に移動することにより生じるチャンバ内の空気流の変動及び投影光学系PL周囲の温度変動を防止することができ、安定した結像特性をもたらすことができる。また、本発明の走査型露光装置は、レチクルステージ用の干渉計の光路及びレチクルと投影光学系との間の光路を含むレチクルステージの周囲を隔壁で覆ったため、干渉計光路上の温度ゆらぎの発生を防止して干渉計の測距誤差を最小にすることができる。また、上記隔壁により塵等によるレチクルステージ及びレチクルの汚染を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の走査型露光装置の一具体例の概略を示す図である。

【図2】図2の隔壁内に収容されたレチクルステージRSTのAA方向の矢視図図である。

【図3】図1の走査型露光装置の隔壁内に収容されたレチクルステージの側面図である。

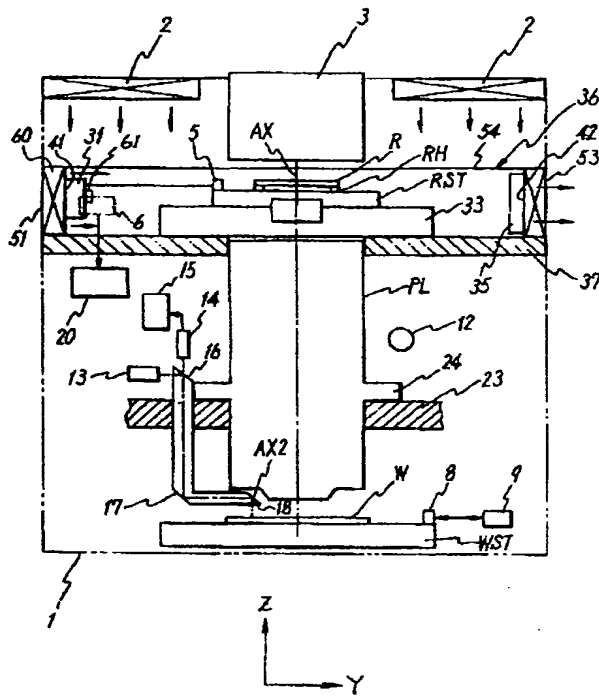
【図4】従来の走査型投影露光装置及びその空調系を示す概略図である。

【符号の説明】

R	レチクル
W	ウエハ
RH	レチクルホルダ
PL	投影光学系
RST	レチクルステージ
WST	ウエハステージ
1	チャンバ
2	空気吹き出し口
3	コンデンサレンズ
5, 8	移動鏡
6, 9	干渉計
31	ビームスプリッタ
32	開口部
33	リニアモータ
34	ガイド
35	開閉窓
36	隔壁
37	定盤
41	気体吹き出し口

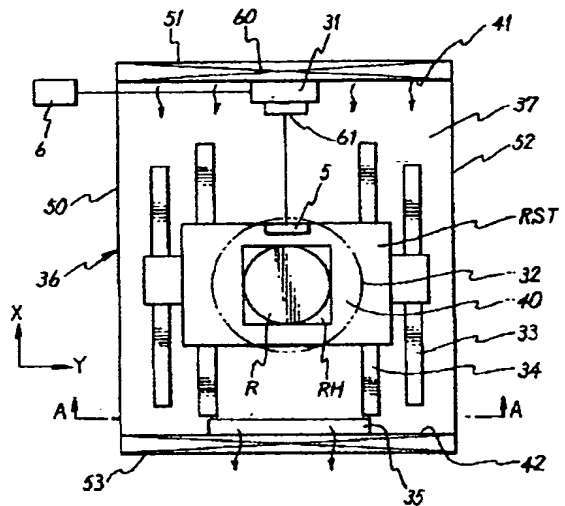
〔FIG. 1〕

〔圖1〕



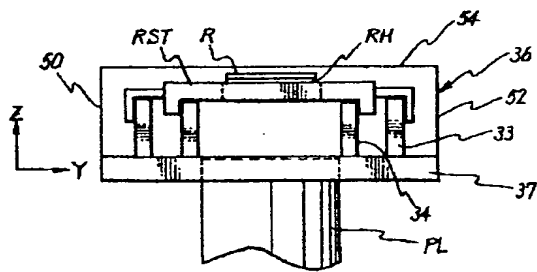
〔FIG. 2〕

〔圖2〕



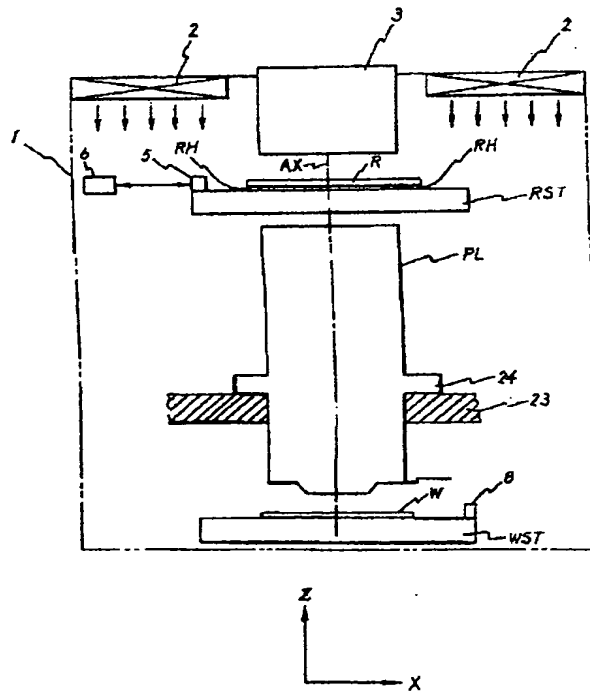
〔FIG. 3〕

〔圖3〕



〔FIG. 4〕

〔圖4〕



(11) Japanese Patent Laid-Opened (KOKAI) No. 9-082625

(43) Laid-Opened: March 28, 1997

(54) Title of the Invention:

SCANNING EXPOSURE APPARATUS

5 (21) Filing No. 7-259365

(22) Filing Date: September 12, 1995

(72) Inventor: Shinichi Takagi

(71) Applicant: KABUSHIKI KAISHA NIKON

(74) Attorney: Kijyuro Kawakita et al.

10 -----

[Title of the Invention] SCANNING EXPOSURE
APPARATUS

[Abstract]

[Problem] The object of this invention is to provide a
15 scanning exposure apparatus capable of avoiding any
fluctuations in airflow in a chamber caused by the
movement of a reticle stage.

[Solving Means] In order to keep the temperature in a
chamber 1 substantially constant, there is provided a
20 scanning exposure apparatus including an air
conditioning means 2 for flowing temperature-controlled
gas in the chamber 1, an illumination optical system
which irradiates a reticle R with illumination light, a
reticle stage RST which moves the reticle R relative to
25 the illumination light, and an interferometer 6 for
measuring the position of the reticle mask stage RST,
wherein the apparatus moves the reticle R and a wafer W

in synchronism with each other and exposes the wafer W
to a pattern image of the reticle R. The apparatus
further includes partitions 50, 51, 52, 53 for
intercepting gas flowing toward the reticle stage RST
5 and the beam optical path of the interferometer 6 and a
gas supply unit 60 which supplies
temperature-controlled gas into a compartment 36
enclosed with the partitions and including the reticle
stage RST and the beam optical path of the
10 interferometer. This arrangement decreases errors in
the reticle stage caused by fluctuations in temperature
of gas on the optical path of the interferometer 6.

[What Is Claimed Is:]

[Claim 1] A scanning exposure apparatus which comprises air conditioning means for flowing temperature-controlled gas in a chamber, an illumination optical system that irradiates a mask with
5 illumination light, a mask stage that moves the mask relative to the illumination light, and an interferometer for measuring a position of the mask stage to keep a temperature in the chamber substantially constant and moves the mask and a
10 photosensitive substrate in synchronism with each other to expose the photosensitive substrate to a pattern image on the mask, characterized by comprising:
partitions for intercepting the gas flowing
15 toward the mask stage and a beam optical path of the interferometer; and
gas supply means for supplying temperature-controlled gas into a space enclosed with said partitions and including the mask stage and the
20 beam optical path of the interferometer.

[Claim 2] The scanning exposure apparatus according to claim 1, characterized in that the apparatus further comprises a projection optical system which projects the pattern image on the mask onto the
25 photosensitive substrate, and an optical path extending from the projection optical system to the mask is enclosed with said partitions.

[Claim 3] The scanning exposure apparatus according to claim 1 or 2, characterized in that the mask stage and the beam optical path of the interferometer are substantially enclosed with said partitions, and part of said partitions is made of a material substantially transparent to the illumination light such that the mask is irradiated with the illumination light.

[Claim 4] The scanning exposure apparatus according to any one of claims 1 to 3, characterized in that the apparatus further comprises a projection optical system which projects the pattern image on the mask onto the photosensitive substrate, and the air conditioning means flows the gas from above the mask in a direction substantially parallel to an optical axis of the projection optical system.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to Which the Invention Belongs]

The present invention relates to a projection exposure apparatus for manufacturing semiconductor integration circuits and liquid crystal devices and, more particularly, to a scanning projection exposure apparatus having an air conditioning system which encloses a space including a mask stage and the optical path of an interferometer with partitions and

independently air-conditions the space.

[0002]

[Prior Art]

To form a circuit pattern of a semiconductor
5 integration circuit or liquid crystal substrate onto a
semiconductor wafer by lithography, a projection
exposure apparatus is used. Such a projection exposure
apparatus irradiates a reticle (mask) with illumination
light emitted from an illumination system to form a
10 reticle pattern image on a photosensitive substrate
through a projection optical system. High-precision
imaging properties are required of the projection
exposure apparatus of this type to form a fine circuit
pattern. Additionally, to overlay a plurality of
15 patterns on the same region of the substrate to perform
exposure, a layer to undergo exposure processing must
be overlaid on an immediately preceding exposed layer
at high precision. A projection optical system
comprising a plurality of lens elements changes in
20 imaging properties such as a magnification and the like
in accordance with the ambient temperature, and thus
high stability is required of the apparatus to keep the
above-mentioned high imaging and overlay properties.
For this reason, a conventional projection exposure
25 apparatus is placed in a temperature-controlled
constant-temperature chamber. For example, a so-called
downflow type chamber which flows

temperature-controlled air from the ceiling of the chamber parallel to the optical axis of a projection optical system is adopted to prevent dust and the like in the chamber from attaching to the projection exposure apparatus.

[0003]

[Problems That the Invention Is to Solve]

There is proposed a step & scan exposure method of illuminating a slit-like rectangle area of a projection optical system and performing exposure while scanning a reticle and photosensitive substrate relative to each other. Fig. 4 shows the outline of a scanning exposure apparatus using this exposure method. The apparatus mainly comprises an illumination optical system (not shown) which includes a light source for irradiating a reticle R with uniform illumination light, a reticle stage RST for moving the reticle R in the scanning direction (X direction), a projection optical system PL for projecting a pattern image of the reticle R onto a wafer W at a predetermined reduction magnification, and a wafer stage WST for moving the wafer W in synchronism with the scanning of the reticle R. With this arrangement, the reticle R is illuminated with uniform illumination light condensed through a condenser lens 3, and the reticle stage RST on which the reticle R is mounted moves in the scanning direction with respect to an illumination region on the

reticle R. In synchronism with this movement, the wafer stage WST moves in a direction opposite to the moving direction of the reticle stage RST. As the reticle R is scanned with a slit-like illumination region, the exposure area of the wafer is sequentially exposed to a reduction pattern image of the reticle R formed through the projection optical system PL. According to this method, a large area can be exposed without increasing the field size of the projection optical system. In addition, since only part of the projection optical system is used in exposure, distortion, illuminance uniformity, and the like can readily be adjusted. The exposure method is more excellent in these points than any other exposure method.

[0004]

A chamber 1 of the apparatus is a downflow type chamber as described above. Temperature-controlled air flows from an air blow port 2 in the ceiling of the chamber 1 in a direction indicated by an arrow in Fig. 4. In this apparatus, however, the reticle stage RST reciprocates in the horizontal direction (X direction) on the projection optical system PL, and thus a manner in which air flows toward the projection optical system PL greatly changes depending on the position of the reticle stage RST. A laser light source for an interferometer or the like serving as a

heat source is generally arranged in the vicinity of the projection optical system PL. For this reason, the temperature of the projection optical system PL itself and the temperature of air on an optical path extending
5 from the reticle R to the projection optical system PL fluctuate, and consequently, the imaging properties of the projection optical system PL change. Additionally, the exposure apparatus of this type has an interferometer 6 which observes light reflected by a
10 movable mirror 5 fixed on the reticle stage RST to measure the position of the moving reticle stage RST. If an airflow fluctuates in the vicinity of the reticle stage RST, the temperature of air on the optical path of light beams of the interferometer 6 fluctuates,
15 thereby causing errors in measurement of the stage position. As a result, a synchronization error occurs between the movement of the reticle stage RST and that of the wafer stage WST. The movement of the reticle stage RST may cause the temperature of the reticle to
20 fluctuate or cause dust and the like to attach to the reticle R. These problems are unique to a scanning exposure apparatus having a movable reticle stage.

[0005]

Under the circumstances, it is an object of the
25 present invention to provide a scanning exposure apparatus capable of solving the above-mentioned problems and preventing any fluctuations in airflow in

a chamber caused by the movement of the reticle stage.

[0006]

It is another object of the present invention to provide a scanning exposure apparatus capable of
5 reducing any fluctuations in temperature of gas in the surroundings of a reticle stage including the optical path of an interferometer for measuring the position of the reticle stage and an optical path extending from a mask to a projection optical system to reduce errors in
10 measurement by the interferometer and providing stable imaging properties with the projection optical system.

[0007]

It is still another object of the present invention to provide a scanning exposure apparatus
15 capable of preventing the reticle stage and reticle from being contaminated with dust and the like.

[0008]

[Means of Solving the Problems]

According to the present invention, there is
20 provided a scanning exposure apparatus which comprises air conditioning means for flowing temperature-controlled gas in a chamber, an illumination optical system that irradiates a mask with illumination light, a mask stage that moves the mask
25 relative to the illumination light, and an interferometer for measuring a position of the mask stage to keep a temperature in the chamber

substantially constant and moves the mask and a
photosensitive substrate in synchronism with each other
to expose the photosensitive substrate to a pattern
image on the mask, comprising partitions for
5 intercepting the gas flowing toward the mask stage and
a beam optical path of the interferometer, and gas
supply means for supplying temperature-controlled gas
into a space enclosed with the partitions and including
the mask stage and the beam optical path of the
10 interferometer. Since the partitions isolate the mask
stage and the beam optical path of the interferometer
from an airflow for air conditioning in the chamber by
the partitions, dust and the like can be prevented from
attaching to the mask stage and the like, and any
15 fluctuations in airflow in the chamber caused by the
movement of the reticle stage can be avoided.
Additionally, by supplying the temperature-controlled
gas into the space enclosed with the partitions and
including the mask stage and the beam optical path of
20 the interferometer, any fluctuations in temperature of
gas on the beam optical path are reduced, thereby
enabling accurate position measurement of the reticle
stage.

[0009]

25 Preferably, the scanning exposure apparatus
according to the present invention further comprises a
projection optical system which projects the pattern

image on the mask onto the photosensitive substrate,
and an optical path extending from the projection
optical system to the mask is enclosed with the
partitions. With this arrangement, any fluctuations in
5 refractive index of the gas on the optical path
extending from the projection optical system to the
mask are reduced, and the imaging properties of the
projection optical system stabilize.

[0010]

10 The mask stage and the beam optical path of the
interferometer can substantially be enclosed with the
partitions, and part of the partitions can be made of a
material substantially transparent to the illumination
light such that the mask is irradiated with the
15 illumination light.

[0011]

In the scanning exposure apparatus according to
the present invention, the air conditioning means can
comprise a so-called downflow type air conditioning
20 system which flows the gas from above the mask in a
direction substantially parallel to an optical axis of
the projection optical system. In a scanning
projection exposure apparatus using a downflow type air
conditioning system, an airflow toward a projection
25 optical system and the like largely fluctuates due to
the movement of a reticle stage. By enclosing the
reticle stage with partitions, such fluctuations in

airflow can be avoided.

[0012]

[Embodiment]

A scanning exposure apparatus according an
5 embodiment of the present invention will be described
below with reference to the accompanying drawings.
Fig. 1 shows an example of a scanning projection
exposure apparatus which performs exposure while
synchronously scanning a reticle R and a wafer W with
10 respect to an illumination region on the reticle R. As
shown in Fig. 1, the projection exposure apparatus is
generally placed in a constant-temperature chamber 1.
Temperature control is performed with higher precision
in the constant-temperature chamber 1 than in a general
15 clean room. For example, the temperature in a clean
room is so controlled as to have a precision of ± 2 to
 3°C , while the temperature in the constant-temperature
chamber 1 is so kept as to have a precision of about \pm
 0.1°C . The projection exposure apparatus shown in
20 Fig. 1 is of a downflow type and has an air blow port 2
in the ceiling of the chamber 1 to prevent floating
particles in the air from settling on the apparatus.
Temperature-controlled air flows in a direction of the
floor of the chamber from the air blow port 2 along the
25 optical axis of a projection optical system PL. To
prevent foreign substances (dust), sulfate ions,
ammonium ions, and the like floating in a clean room

from flowing into the chamber 1, particularly into the main body of the exposure apparatus including the projection optical system PL, HEPA (or ULPA) and chemical filters are arranged in the vicinity of the
5 air intake or air blow port 2 of the chamber 1.

[0013]

The scanning exposure apparatus main body in Fig. 1 mainly comprises a light source and an illumination optical system (not shown), a reticle stage RST which moves the reticle R in the scanning
10 direction, the projection optical system PL, a wafer stage WST which moves the wafer W, alignment systems (13 to 18) for wafer alignment, and the like. The light source generally uses an emission line within an
15 ultraviolet range (g-line or i-line) of a mercury-vapor lamp, an excimer laser beam such as a KrF laser beam or ArF laser beam, or the like. The illumination optical system comprises a flyeye lens, condenser lens, and the like and finally illuminates the reticle R through a
20 condenser lens 3. The illumination optical system illuminates the reticle R serving as a mask bearing a circuit pattern and the like with illumination light from the light source at a substantially uniform
illuminance at a predetermined solid angle. The light
25 source and illumination optical system (not shown) are arranged above the reticle stage RST in Fig. 1, and the light source is arranged outside the chamber 1.

[0014]

The reticle stage RST is arranged between the condenser lens 3 and the projection optical system PL on an optical axis AX of the projection optical system PL. Figs. 2 and 3 show a plan view and a sectional view, taken along the line A-A and seen from a direction of an arrow, of the reticle stage RST, respectively. The reticle stage RST is fixed above a surface plate 37 and supported by guides 34 extending in the X direction. The reticle stage RST can move in the scanning direction (X direction) at a predetermined velocity by means of linear motors 33 extending parallel to the guides 34 on the surface plate 37. The reticle stage RST moves with a stroke long enough to make the entire surface of the pattern area of the reticle R cross at least the optical axis AX of the projection optical system in a direction of the guides. The reticle stage RST has a movable mirror 5 fixedly arranged at its end in the X direction to reflect a laser beam emitted from an interferometer 6. A laser beam from the interferometer 6 is divided into two beams by a beam splitter 31 arranged above the surface plate 37, and the two beams travel toward the movable mirror 5 and a fixed mirror 61 which is so arranged as to come in contact with the beam splitter 31, respectively. A phase difference between reflected light from the movable mirror 5 and that from the fixed

mirror 61 is measured by the interferometer 6, thereby measuring the position of the reticle stage RST in the scanning direction in units of, e.g., 0.01 μm . A measurement result obtained by the interferometer 6 is sent to a stage control system 20, and the reticle stage RST is constantly aligned at high precision. A reticle holder RH is mounted on the reticle stage RST, and the reticle R is mounted on the reticle holder RH. The reticle R is held on the reticle holder RH by a vacuum chuck (not shown).

[0015]

The scanning exposure apparatus of the present invention comprises, on the surface plate 37 of the reticle stage RST, a compartment 36 composed of partitions 50 to 54 to accommodate the reticle stage, and the reticle stage RST in the compartment 36 is insulated from an airflow for air conditioning in the chamber 1. The compartment 36 is a rectangular parallelepiped whose longitudinal direction is the scanning direction (X direction) of the reticle stage RST, and its bottom surface comprises the surface plate 37 which supports the reticle stage RST. An opening portion 32 is formed in the ceiling (partition 54) of the compartment 36 (indicated by a phantom line in Fig. 2), and a circular glass plate 40 is fit in the opening portion 32. Illumination light from the illumination optical system passes through the glass

plate 40 and strikes the reticle R. If the opening portion 32 is so sized as not to intercept illumination light traveling toward the reticle R and as not to affect the airflow in the compartment 36, the glass plate 40 may be omitted. The compartment 36 has a blower 60 and a gas blow port 41 which supply temperature-controlled gas inside on the partition (side wall) 51 in the longitudinal direction (X direction) of the compartment 36, and a temperature adjustment mechanism (not shown) incorporated in the blower 60 adjusts the temperature of gas supplied into the compartment 36. The gas temperature is so adjusted as to equal the temperature of air for air conditioning in the chamber 1. Gas is supplied from the blower 60 at a flow rate controlled such that the air pressure in the compartment 36 is slightly higher than that outside the compartment 36. Air can be employed as the gas. If a far ultraviolet laser beam is to be employed as illumination light, nitrogen gas or helium gas is preferably employed. HEPA and chemical filters are arranged over the gas blow port 41 to prevent foreign substances and the like from flowing into the compartment 36. A gas exhaust port 42 is formed in the partition 53 opposing the partition 51. Gas having passed through the compartment 36 is discharged from the gas exhaust port 42 and then circulates outside the chamber 1 to the blower 60. The gas undergoes

temperature control and is supplied into the compartment 36 again. A window 35 is formed in the partition 53 so as to be opened when the reticle R is loaded onto or unloaded from the reticle stage RST.

5 [0016]

As shown in Fig. 2, respective optical paths extending from the beam splitter 31 to the movable mirror 5 and fixed mirror 61 are included in the compartment 36. Fluctuations in temperature of gas on these optical paths may cause an error in a measurement result of the position of the reticle stage obtained by the interferometer 6. According to the exposure apparatus of the present invention, since the compartment 36 is provided to enclose the optical path, and gas at a constant temperature is supplied into the compartment 36, such fluctuations in temperature do not occur.

[0017]

In Fig. 1, the reticle R is illuminated on the reticle stage RST with a rectangular (slit-like) illumination region having a longitudinal direction in a direction (Y direction) perpendicular to the scanning direction (X direction) of the reticle R. This illumination region is delimited by a plane above the reticle stage and conjugate to the reticle R or a field stop (not shown) arranged in the vicinity of the plane.

[0018]

Illumination light having passed through the reticle R strikes the projection optical system PL, thereby forming a circuit pattern image of the reticle R on the wafer W by the projection optical system PL.

5 The projection optical system PL accommodates a plurality of lens elements such that the lens elements share the optical axis AX as their optical axes. The projection optical system PL has a flange 24 on the peripheral portion of the middle section in a direction
10 of the optical axis and is supported on a frame 23 of the exposure apparatus main body by the flange 24.
[0019]

The projection magnification of a pattern image of the reticle R to be projected onto the wafer W is
15 determined by the magnifications and layout of the lens elements. A reticle pattern within the slit-like illumination region (its center substantially coincides with the optical axis AX) on the reticle R is projected onto the wafer W through the projection optical system
20 PL. The wafer W has an inverted image relationship with the reticle R through the projection optical system PL. For this reason, if the reticle R is scanned in the -X direction (or +X direction) at a velocity V_r at the time of exposure, the wafer W is
25 scanned in the +X direction (or -X direction), which is opposite to the direction of the velocity V_w , at a velocity V_r in synchronism with the reticle R. The

entire surface of the shot regions on the wafer W are sequentially exposed to the pattern of the reticle R. The ratio between the scanning velocities (V_r/V_w) is determined by the reduction magnification of the projection optical system PL.

[0020]

The wafer W is vacuum-chucked by a wafer holder (not shown) on the wafer stage WST. The wafer stage WST is arranged to move not only in the above-mentioned scanning direction (X direction) but also in a direction (Y direction) perpendicular to the scanning direction so as to perform scanning exposure for the plurality of shot regions on the wafer W. Operation of scanning each shot region on the wafer W and moving to the exposure start position of the next shot region is repeated. The wafer stage WST is driven by a wafer stage driving portion (not shown) such as a motor or the like. The moving velocity of the wafer stage WST is adjusted in accordance with the ratio V_r/V_w , and the wafer stage WST moves in synchronism with the reticle stage RST. A movable mirror 8 is fixed at an end of the wafer stage WST. A laser beam from an interferometer 9 is reflected by the movable mirror 8, and the reflected light beam is detected by the interferometer 9, thereby constantly monitoring the coordinate position of the wafer stage WST within an X-Y plane.

[0021]

To perform exposure with a plurality of patterns overlaid on the wafer W at high precision, the above projection exposure apparatus comprises wafer alignment systems which detect the position of an alignment mark on the wafer W and determine the position of the wafer W at the time of overlay exposure. The projection exposure apparatus comprises as the wafer alignment systems the optical alignment systems 13 to 18 provided separately from the projection optical system PL. The projection exposure apparatus irradiates the alignment mark of the wafer W with laser beams emitted from the light source 13 through the optical alignment systems 16, 17, and 18 and detects the reflected light beams by means of the photoreceptor 14.

[0022]

In the above scanning exposure apparatus, the reticle stage RST moves in the scanning direction in actual exposure. Since the reticle stage RST is enclosed in the compartment 36, air steadily flows from the air blow port 2 of the chamber toward the projection optical system PL, regardless of the moving position of the reticle stage RST.

[0023]

In the above-mentioned embodiment, the gas blow port 41 and gas exhaust port 42 are provided in the partitions 51 and 53, respectively, and the compartment

36 is sealed from the interior of the chamber. The partitions 51 and 53 may be removed from the compartment 36 enclosed with the partitions 50 to 54 such that the compartment 36 communicates with the remainder of the chamber 1, provided that the airflow in the compartment 36 is not substantially affected by an air conditioning system of the chamber 1. In this case, gas to be supplied into the compartment 36 and that for air conditioning in the chamber 1 need to be of the same type. In the above embodiment, air is employed as the gas for air conditioning in the chamber 1. Any gas other than air, however, may be adopted. If short-wavelength laser beams within an ultraviolet range, in particular, are to be used as the light source, an inert gas such as nitrogen gas or helium gas may be preferably employed to avoid generation of excited oxygen.

[0024]

[Effects of the Invention]

A scanning exposure apparatus according to the present invention has a compartment to prevent air for air conditioning in a chamber from flowing onto a reticle stage. With this arrangement, the scanning exposure apparatus can avoid any fluctuations in airflow in the chamber and any fluctuations in temperature around a projection optical system PL, caused by the movement of the reticle stage in the

scanning direction, thereby obtaining stable imaging properties. In the scanning exposure apparatus according to the present invention, the surroundings of the reticle stage, including the optical path of an
5 interferometer for the reticle stage and an optical path extending from a reticle to the projection optical system are enclosed with partitions. This can avoid any fluctuations in temperature on the interferometer optical path and minimize errors in distance
10 measurement by the interferometer. Additionally, the partitions can avoid any contamination of the reticle stage and reticle with dust.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

15 Fig. 1 is a view showing the outline of a specific example of a scanning exposure apparatus according to the present invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a view, taken along the line A-A and seen
20 from the direction of an arrow, of a reticle stage RST accommodated in the compartment of Fig. 2.

[Fig. 3]

Fig. 3 is a side view of the reticle stage accommodated in the compartment of the scanning exposure apparatus
25 of Fig. 1.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a schematic view showing a conventional

scanning exposure apparatus and its air conditioning system.

[Description of the Reference Numerals]

	R	reticle
5	W	wafer
	RH	reticle holder
	PL	projection optical system
	RST	reticle stage
	WST	wafer stage
10	1	chamber
	2	air blow port
	3	condenser lens
	5, 8	movable mirror
	6, 9	interferometer
15	31	beam splitter
	32	opening portion
	33	linear motor
	34	guide
	35	window
20	36	compartment
	37	surface plate
	41	gas blow port

